

第6章 風車騒音評価の考え方

我が国の風力発電施設から発生する騒音に係る評価、特に基準値または目標値については、これまでに検討がほとんどなされていない。今後、風力発電施設の環境影響評価を着実に実施するためには、風車騒音に係る評価手法を確立する必要があり、これは広く騒音の評価手法の見直しにも通ずるものもある。そこで、風車騒音の評価に係る考え方を以下に整理する。ただし、風車騒音に含まれることがある純音や振幅変調音に関しては別項に記述した。

1 評価指標の要件

風力発電施設からの騒音に係る評価指標については、いくつかの側面(要件)から検討する必要がある。

(1) 人の感覚に対応していること

風車騒音の評価量(測定量)としては、環境騒音全般にわたって広く用いられているA特性音圧レベル(騒音レベル)を単一数値の評価量として採用している国が多い。風車騒音に含まれる低周波数成分の影響が完全には解明されていない現状では、補足的にC特性音圧レベルやG特性音圧レベルなどを併用することも考えられ、いくつかの国ではその方法を採用している。

この評価指標について、最も必要な条件は、人の感覚に適切に対応していることである。そこで、第一に考えられるのが、人の聴覚特性を考慮した周波数重み特性であるA特性の周波数重み付けをした音圧レベル、すなわち騒音レベルを使用することである。我が国では、すべての環境騒音の評価には、この騒音レベルが採用されており、これと異なる評価量を採用するには、特段の理由を明らかにする必要がある。また、騒音レベルについては、我が国でも、国際的にも多くの知見が得られており、多様な環境騒音を統一的に比較・評価することが可能である。なお、国内におけるこれまでの風力発電施設に係る環境影響評価の事例のすべてにおいて騒音レベルが採用されている。

一方、風車騒音の評価では周波数重み付け特性にC特性をA特性と併用している国もある。元来、C特性周波数重み付けは、比較的レベルが高い騒音のラウドネスを近似する特性として考案され、A特性に比べて低い周波数の寄与を大きく評価する特性を有している。このため、アメリカなどでは、砲撃音などの評価に用いられているが、一般環境騒音の評価における主たる評価量として用いられることはほとんどない。しかし、風車騒音では、低周波数成分の影響が危惧され、これを評価するためにA特性による評価に加えて補足的にC特性による測定が行われることもある。その場合には、C特性音圧レベルとA特性音圧レベルの差に着目し、それが、たとえば15 dB以上の場合には、低周波数成分の寄与が高いと判断するという方法がとられている。なお、国内におけるこれまでの風力発電施設に係る環境影響評価では、C特性音圧レベルが用いられている例はない。

これらの評価量とは別に、G特性音圧レベルがISO 7196に規定されている。これは産業用機械

類などの周辺における超低周波音領域(1 Hz~20 Hz)の音圧の影響を評価するための評価量で、ISO 7196 では、G特性音圧レベルの感覚閾値は 100 dB としている。また、環境省が作成した「低周波音問題対応の手引書」では、G 特性音圧レベルが 92 dB 以下では、人間には知覚されないとしている。これまでの風車周辺における実測例では、G特性音圧レベルがこれらの感覚閾値を越えている例はほとんど報告されていない。G特性音圧レベルは、そのための測定器も市販されているので測定は容易であるが、屋外における測定では、風によってマイクロホンで生じる雑音の影響に十分な注意が必要である。

なお、低周波数成分の影響を評価する場合に、100 Hz 以下の領域について 1/3 オクターブバンドごとの値を上記の環境省作成の「低周波音問題対応の手引書」に示されている感覚閾値の周波数特性と比較して評価することが行われている例(市などのガイドライン)がある。ただし、この手法については、平成 20 年 4 月 17 日に環境省水・大気環境局より事務連絡「低周波音問題対応の手引き書における参照値の取り扱いについて」が通知されており、参照値を風車騒音の環境影響評価における環境保全目標等に使用するの、好ましくないとされている。

(2) 実際の騒音特性を適切に反映していること

一般に、騒音の評価では対象とする騒音の時間変動特性をどう評価するか、また評価の対象とする時間をどのように設定するかが重要な問題である。風車騒音には、時々刻々変動する自然条件(特に風向・風速)の影響を大きく受けて変動する。また、風車騒音が近隣住民に与える影響も、時間帯によって大きく異なると考えられる。このような特性を持つ風車騒音の評価する場合の代表値の決め方が重要である。

騒音の時間的変動性を評価する方法の一つとしては、変動する音圧レベルをある一定の時間にわたってエネルギー的に平均したレベルを用いる方法である。「騒音に係る環境基準」などで採用されている等価騒音レベル($L_{Aeq,T}$)は、この方法に基づく評価量であり、これは国際的にも広く用いられている。

上記の方法に対して、変動する音圧レベルを一定の時間(T)にわたって一定間隔でサンプリングし、その累積度数分布の $N\%$ 値を読み取って $N\%$ 時間率音圧レベル($L_{N,T}$)を求め、代表値とする方法もある。わが国でも改正前の「騒音に係る環境基準」で 50%時間率騒音レベル(騒音レベルの中央値)が用いられていたが、等価騒音レベルに比べて心理的反応との対応が劣ること、また予測計算において物理モデルの設定が難しいことなどから、この評価量は用いられなくなった。風車騒音についても、5%値や 10%値を用いるという考え方もあるが、これらの統計量は環境アセスメントにおける予測計算には適していないと考えられる。

次に評価の対象とする時間帯についてあるが、これについては大きく分けて二つの方法がある。ひとつは、1 日を 2 時間帯(昼間、夜間)に分け、それぞれの時間帯について基準値を設定する。我が国の「騒音に係る環境基準」では、この方法を採用している。一方、1 日を 2 時間帯あるいは 3 時間帯(昼間、夕方、夜間)に区分し、時間帯ごとに騒音影響に関する重みを付けたうえで 1 日についての値を計算し、それを代表値とする方法である。アメリカでは、前者の方法が採用されており、昼夜等価騒音レベル(L_{dn})を用いている。一方、EU などでは、後者の 3 時間帯区分の方法をと

り、昼夕夜等価騒音レベル(L_{den})を用いている。改正された我が国の「航空機騒音に係る環境基準」においては、 L_{den} による方法が採用されている。

これらのことから、風車騒音に関しては、「騒音に係る環境基準」と同様に昼間、夜間の2時間帯区分によることが適当であると考えられる。なお、風車騒音に関する国内の調査研究事例では、睡眠に対する影響を重視した夜間の時間平均レベルを代表値とする考え方の事例もある。その場合の具体的な測定方法としては、その時間帯の毎正時10分間の時間平均音圧レベルを求め、それらの対象時間帯全体におけるエネルギー平均値を求める方法が試みられている。

(3) 予測計算が可能であり、調査手法や事後調査にも対応できること

環境影響評価は、建設以前に予測を行わなければならない。したがって、当然のことながら予測計算が明確な物理モデルに基づいて行える評価量を採用する必要がある。また、対象とする風車騒音以外の騒音(暗騒音)や地域の残留騒音との比較、合成・分割が理論的に容易に行えることも重要である。さらに環境影響評価における事前調査、予測、事後調査を通して一貫して用いることができる評価量でなければならない。

この点から考えると、上に述べた等価騒音レベルなどの時間平均音圧レベルを用いるのが適当である。

(4) 既存の基準や目標と整合していること

風力発電施設は、一部は都市部に設置されているが、ほとんどは、静かな環境の山村部や農村部に設置されている。そのため、都市部を中心とする従来型の騒音問題とは異なり、風車騒音は、「静穏な地区」における、新たな環境問題となっている。

前述の通り、我が国では、この種の新たな騒音に対する基準あるいは目標が明確に定められていないが、少なくとも現行の法令等の基準との整合については、考慮する必要がある。ただし、これらの基準等を風車騒音に直接適用してよいかは、慎重な検討・考察が必要である。第1章の5で述べたが、環境基準をもって排出許容限度のように扱うのは極めて不適切である。

2 評価方法とその設定状況

前述の「評価指標の要件」を考慮しつつ、海外の状況も含めて、風車騒音の具体的な基準値等についての考え方を整理する。この風車騒音に係る評価方法については、幾つかの考え方があり、それぞれ特徴を有している。

(1) 一定の値で規定する方法

超過してはならない固定された数値によって風車騒音の上限値を定める方法(絶対値規制)である。例えば、ドイツやオランダでは、国レベルの基準、ノルウェーでは、国レベルのガイドラインをこの方法によって定めている。

この方法は単純明快であるが、基準値を設定する際にその地域の暗騒音(残留騒音)の状況に十分に配慮する必要がある。どのような状態(昼間/夜間のような時間区分を含む)、どのような

場所での暗騒音(残留騒音)を考慮するか、など判断が難しい面がある。また、値の設定においては、設定根拠に関する明確な説明も必要である。

この方法を採用する諸外国の状況を見ると、土地利用状況あるいは地域区分毎に値が割り付けられている。このような一定の値を設定する場合、風力発電施設の周辺地域に設定されている騒音に係る基準値や目標値との整合を図ることに十分留意する必要がある。

(2)風速に応じた限度値を設定する方法

これは、個別の条件により、相対的に限度値を定める方法(相対値規制)である。その一つとして、音響放射がナセル高さでの風速に依存することから、それぞれの場所における風速値と連動させて限度値を設定する方法である。例えば、デンマークでは、国レベルの基準、カナダ・オンタリオ州では、州レベルのガイドラインがこの方法によって定められている。

この方法は、風速の上昇に伴って周辺における風車騒音以外の騒音も上昇するため、風車騒音の規制値も大きくしてもよいという考え方に基づいている。しかし、風速条件は地形・地物によって局所的に変化し、地域全体を通して一様であるとは言えず、この方法はきわめて大きな問題をはらんでいる。

(3) 暗騒音に一定の値を加えた値を設定する方法

風車騒音の規制値として、暗騒音レベルに一定値を加えた値を設定する方法で、相対値規制のひとつである。例えば、フランスやニュージーランドで国レベルの基準を、英国では実質的な国のガイドラインをこの方法によって定めている。

この方法による場合、地域ごとに暗騒音(残留騒音)を設定する必要があり、地域特性の把握と暗騒音(残留騒音)の測定方法が大きな問題となる。道路など周辺にある騒音源の配置によって同一地域内であっても暗騒音(残留騒音)は一様ではなく、それを地域全体にわたって一定に設定することはきわめて難しいと思われる。また、容認される暗騒音(残留騒音)からの増分について、設定根拠を示す必要があり、そのためには、大規模な実測調査・社会反応調査等が必要である。また、地形等の影響による風速条件の局所性をどのように反映させるか、またそれによる予測値の不確実性などが大きな問題である。

(4)セットバック距離を設定する方法

例えばデンマークのように、風力発電施設の設計時の必要条件として、対象施設から最も近い住居までの距離(セットバック距離)を規定する考え方もある。これについては、我が国では、市等が定めたガイドラインでしばしば採用されており、下表に示すとおりである。

団体名	制定年度	セットバック距離(大きい方)
稚内市	H12/4	住宅から 500m
酒田市	H16/11	住宅から 200m 又は全高の 2 倍
神栖市	H17/7	住宅から 500m 又は全高の 4 倍
掛川市	H18/5	住宅から 300m 又は全高の 3 倍
浜松市	H18/8	住宅から 300m 又は全高の 2 倍
豊橋市	H19/6	住宅から 200m 又は全高の 2 倍
静岡県	H19/7	住宅から 300m
遊佐市	H21/9	住宅から 300m 又は全高の 3 倍
新城市	H22/1	住宅から 500m 又は全高の 2 倍

このセットバック方式は、騒音源から遠ざかるにつれて騒音が小さくなるという単純な考え方(距離減衰)に基づいていて分かりやすいが、実際には距離だけでなく、地形や気象条件などによって騒音の伝搬特性は、きわめて複雑に変化する。また、風車が複数設置される場合には、単純な距離減衰は期待できない。「環境影響評価法」の第一種として規定されている1万kWを越える発電規模の風力発電装置では、数百 m 程度のセットバック距離では、環境影響評価手続における合意形成は困難と思われる。

前述の環境省戦略指定研究では、全国各地の風力発電施設周辺において風車騒音の実測調査が行われており、最近接風車からの距離と風車騒音のレベルの関係が調べられている。その結果では単純な距離減衰特性が見られない事例が多く、これは複数の風車による影響や複雑な地形のために騒音の伝搬性状が複雑になっているためと考えられる。セットバック距離の設定は、必要条件ではありえても、決して十分条件とは言えない。

なお、セットバック距離の設定は、風車による騒音影響とは別に、シャドウフリッカーや景観の対策としては考慮する価値はある。

3 風車騒音に含まれる純音性等に対するペナルティ

環境騒音についての評価において、欧米では、純音成分や衝撃成分が含まれると評価を厳しくする考え方(ペナルティを課す。)がある。その値を一定値とする場合と変動値とする場合があり、前者は、オーストラリア(ビクトリア州を除く全州)、後者は、英国やニュージーランドが採用している。なお、変動値の場合は純音性の程度によってその値が変わる。純音性の評価方法については、ISO 1996-2: 2007 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise level に記載されている。我が国では、このペナルティについての検討はほとんど行われていない。

風車騒音の特徴の一つとして、シュッシュュツというスウィッシュ音(swish)や、ドンドンというサンブ音(thump)と呼ばれる振幅変調性の音の発生がある。この振幅変調音は、その時の気象条件等によって、すべての地域あるいは地点で観測されるものではないが、一般に変動音に慣れることは

難しいと言われており、風車騒音に対する苦情の大きな原因であると米国などで指摘されている。このことから、風車騒音による環境影響を防ぐために、振幅変調音に対してペナルティを科す、例えば測定値に一定の値を加える等の必要性についても検討していく必要がある。

4 低周波数騒音および超低周波音に関する考え方

環境省によるこれまでの調査研究の結果においても、風力発電施設からの低周波数騒音に特化した評価を実施した例は見当たらない。このことの検討は、今後の課題ではあるが、むしろ、可聴域全体についての評価の検討を進めながら、他の低周波数騒音が卓越している家庭用機器類の評価とあわせて調査研究を推進する事が求められる。

海外の一部の地域においては、A 特性音圧レベルに加えて、C 特性音圧レベルと A 特性音圧レベルとの差を評価量として採用している。これは、周波数重み付け特性 C 特性が A 特性に比べて低い周波数領域まで平坦な周波数特性を有することから、低周波数成分が含まれる程度を把握する目的があると考えられる。しかし、前記した通り、元来 C 特性は比較的大きな音を評価するための周波数特性であるため、風力発電施設からの騒音の評価へ適用することが妥当かどうかは今後慎重に検討する必要がある。

風力発電施設が立地する地域は、基本的に風が強く、風車騒音の正確な測定には、風雑音の除去について細心の注意を払う必要があり、特に低周波数騒音および超低周波音に関しては、風雑音と周波数帯が重複するため、十分な風雑音防止性能を備えた防風スクリーン等を用いた測定が不可欠である。このような精緻な測定を通じて、受音側における低周波数騒音および超低周波音の状況に係る正確なデータの蓄積を図りながら、最新の研究論文や専門文献にある知見や事実を適切に評価検討することが重要である。

なお、国内で収集された風力発電施設からの風車騒音を用いた聴感評価実験が、環境省戦略指定研究「風力発電等による低周波音の人への影響評価に関する研究」の中で実施されている。特に、風力発電施設からの風車騒音の聞こえに対する低周波数成分の寄与度を調べる被験者実験等が行われており、その結果を慎重に吟味することによって、低周波数騒音および超低周波音に係る基準、または目標の有効な知見が得られることが期待される。